

HORTALIZAS

Insecticidas a base de baculovirus. Cómo manejar esta herramienta para el control de noctuidos en hortalizas

Gisela Brand (Andermatt Biocontrol, Suiza).
Juan Rodríguez (AgrichemBio).

Debido a su alto nivel de eficacia, modo de acción único y específico, ausencia de residuos y alta compatibilidad con otros productos y técnicas, los virus entomopatógenos presentan un alto potencial para ser incorporados como una herramienta clave en la gestión integrada de plagas. Gracias al esfuerzo realizado en el desarrollo de nuevos productos y estrategias en campo durante los últimos años, se abren nuevas oportunidades en el control de plagas hortícolas al aire libre y en invernadero, obteniéndose eficacias elevadas, sin aumentar la carga de residuos y sin riesgo alguno de afectar a la fauna auxiliar.

Los baculovirus en la naturaleza

Los virus de la poliedrosis nuclear o nucleopoliedrovirus (NPV) pertenecen a los baculovirus, la familia de virus entomopatógenos más estudiada. La gran mayoría de estos virus infectan casi exclusivamente a unas pocas especies de lepidópteros y están presentes de forma natural en muchas poblaciones de esos insectos (OECD 2002).

Los NPV están encapsulados de forma natural por un cuerpo de inclusión poliédrico hecho de proteínas que protege las partículas virales de influencias ambientales desfavorables, tal como los rayos UV (Rohrmann, 2013). Las partículas virales pueden persistir en suelos, protegidos de la radiación solar, durante meses en forma inactiva. Sin embargo, para replicarse los NPV necesitan su huésped específico, dado que no tienen un metabolismo propio.

Cómo actúan

Los baculovirus sólo infectan a la larva fitófaga por ingestión de material vegetal contaminado. Tras la ingestión, las partículas virales llegan al intestino



Figura 1. Larva infectada de *Helicoverpa armigera* (L5) en tomate. Al cumplir el ciclo de infestación la oruga muere y su cuerpo se licua liberando millones de nuevas partículas virales al ambiente.

medio de la larva, donde las cápsulas proteínicas se disuelven a causa del elevado pH. Los viriones son liberados y pueden penetrar en las células del intestino medio y empezar a multiplicarse y dispersarse al resto de la larva. En un periodo de pocos días, la mayoría de los órganos del huésped están infectados. La larva deja de alimentarse y se produce la citólisis de los órganos vitales. Finalmente, la oruga muere y su cuerpo se licua liberando millones de nuevas partículas virales al ambiente, las cuales pueden infectar a otras larvas (transmisión horizontal, Figura 1). Además, los virus pueden permanecer en forma inactiva y transmitirse a la siguiente generación, pudiéndose manifestar a través de un debilitamiento o estrés (transmisión vertical) (Cory y Myers, 2003).

Historia del uso de los VPN como insecticidas naturales

Muchas de las características de los baculovirus los hacen muy interesantes para su uso como insecticidas naturales. Después del descubrimiento de los virus entomopatógenos y su uso principalmente en cultivos forestales, en los años ochenta comenzó a establecerse su uso en Europa en la agricultura profesional en países productores de manzana empleando granulovirus de *Cydia pomonella* (CpGV) contra la carpocapsa (Lacey y col., 2008). Los avances en la investigación dieron lugar al desarrollo de nuevos aislados víricos de alta eficacia para el control de plagas clave en diferentes cultivos. En los últimos años, se ha ganado mucha experiencia práctica en cuanto al empleo de virus entomopatógenos contra lepidópteros en cultivos hortícolas (Figura 2). Actualmente, en España hay disponibles tres formulados basados en VPN contra tres especies clave en cultivos hortícolas: contra *Heliothis*, rosquilla negra y rosquilla verde. Cada formulado es altamente específico y sólo actúa para la plaga en cuestión. Existen otros formulados todavía en fase de desarrollo, concretamente un baculovirus contra *Tuta absoluta*, con mucho potencial. Se están realizando grandes esfuerzos para que el producto esté disponible para los productores en Europa lo antes posible.



Figura 2. Las fases históricas en el desarrollo y empleo de insecticidas basados en baculovirus en Europa documentan las ventajas de ese tipo de productos como herramienta valiosa en diferentes situaciones del manejo de plagas.

Utilización y modo de empleo

Para garantizar el éxito y eficacia en la aplicación de baculovirus es preciso tener en cuenta su modo de acción. Dado que los baculovirus son muy específicos, es fundamental identificar la especie mediante un monitoreo en campo. Es muy importante realizar la aplicación en el momento previo a la eclosión de la plaga, apoyándose en las capturas con trampas de feromonas o por observación de puestas y larvas en caso necesario. Esta aplicación temprana permite a la oruga ingerir el virus incluso al eclosionar, cuando todavía es muy susceptible, muriendo rápidamente con sólo ingerir unas pocas partículas virales. En todo caso, es preciso asegurar una buena cobertura del caldo de aplicación, por el hecho que los VPN solamente actúan por ingestión.

Solución específica y compatible con fauna auxiliar

Dado su espectro de huéspedes específico, los preparados a base de baculovirus preservan a los antagonistas naturales y los polinizadores. Son especialmente aptos para potenciar la fauna auxiliar autóctona y de esa manera disminuir problemas con plagas secundarias. Además, representan una herramienta idónea para su empleo en programas de gestión integrada con sueltas de artrópodos beneficiosos en invernaderos.

Seguridad alimentaria

Por su alta especificidad, el uso de baculovirus es seguro y no supone ningún riesgo para las personas, mamíferos, insectos auxiliares o medioambiente, tal y como recoge la publicación de la OCDE de 2002, que recopila exhaustivos estudios de numerosos autores. Son los pesticidas más selectivos, incluyendo biopesticidas y moléculas químicas de síntesis, al actuar a nivel de especie en la gran mayoría de los casos. En los últimos años, la exigencia en la disminución

de residuos y el aumento de la producción de residuo cero ha incrementado la demanda de productos con plazos de seguridad nulos o reducidos para proteger los cultivos hasta la cosecha.

Gestión de resistencias

Los insecticidas a base de baculovirus, por su modo de acción único, no producen resistencias cruzadas con otras moléculas. El uso de virus entomopatógenos permite prevenir y retrasar el desarrollo de poblaciones resistentes a nuevos ingredientes activos de síntesis. Para ello, se recomienda aplicar un programa de tratamientos que incorpore los insecticidas de mayor eficacia y mecanismos de acción variados para cada una de las generaciones de la plaga.

Herramientas en la gestión integrada de plagas

Son numerosos los estudios que han evaluado el uso combinado de baculovirus con insecticidas de síntesis y, gracias al esfuerzo realizado en campo durante los últimos años, se han podido llevar a cabo numerosos ensayos y pruebas que demuestran que los productos a base de baculovirus son compatibles con la mayoría de insecticidas y con técnicas como la confusión sexual.

Un ejemplo de la utilización de distintas herramientas es el caso del tomate de invernadero, donde la combinación de la confusión sexual con otras herramientas específicas permite una producción sin residuos: el empleo de un virus contra *Tuta absoluta*, en conjunción con técnicas de confusión sexual contra esa plaga, son técnicas de control complementarias que permiten mantener a la población de la plaga por debajo del umbral de daños durante todo el ciclo del cultivo y en las diferentes zonas del invernadero. Sin los tratamientos de amplio espectro anteriormente usados para control de *T. absoluta*, es posible que reaparezcan plagas secundarias como la *Heliothis*. En esos casos, productos específicos como un VPN contra *Heliothis* puede complementar el

programa de control sin interferir en la suelta de artrópodos beneficiosos o abejorros.

Por ejemplo, en ensayos de campo llevados a cabo en Estados Unidos (Figura 3) se puede observar como en tomate para consumo en fresco la mezcla de Spexit® (VPN contra rosquilla verde) con Bts mejoró las eficacias en relación a los tratamientos por separado. Asimismo, en ataques severos se ha podido disminuir los daños de los estadios más avanzados en mezclas con otros productos.

A pesar de todas las ventajas de los baculovirus, su alta especificidad también ha limitado su uso entre agricultores y técnicos, sobre todo cuando se suceden infestaciones de lepidópteros de diferentes especies. Sin embargo, en los últimos años, se ha ganado mucha experiencia práctica en cuanto a la integración de los VPN en estrategias de control para complejos de lepidópteros (especies variadas atacando al mismo cultivo) en cultivos hortícolas. Experiencias recientes demuestran su alta valía en estrategias combinadas con otros insecticidas biológicos o de síntesis (Niedermann y col., 2017).

Ejemplo práctico: cuarta gama

La gran mayoría de los cultivos de cuarta gama se riegan por aspersión y son muy sensibles a los residuos, debido a su recolección continuada y la mezcla de especies, muchas de ellas sin materias activas registradas. Los virus, ya autorizados en la gran mayoría de cultivos, presentan la gran ventaja de ser resistentes al lavado, ya que por sus propiedades lipofílicas, quedan adheridos a la superficie vegetal. Con ello, se aumenta enormemente la persistencia y la eficacia en cultivos mediante aspersión de manera regular.

El futuro de los baculovirus en cultivos hortícolas

Una perspectiva histórica del empleo de los CpGV contra la carpocapsa en frutales, permite tener pistas sobre lo que puede deparar el futuro sobre el uso de los baculovirus en cultivos hortícolas: Gradualmente, han pasado de ser productos con un nicho muy específico a convertirse en una valiosa herramienta en la lucha contra plagas claves de lepidópteros. Su rotación o empleo en mezclas con insecticidas de amplio espectro garantiza altas eficacias en casos de com-

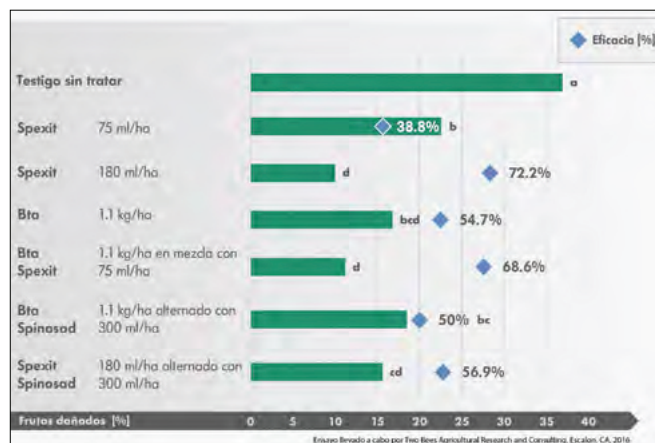


Figura 3. Eficacia en % de frutos dañados en distintas estrategias de control de *Spodoptera exigua* en tomate de consumo en California, 2016. Spexit® (insecticida a base de virus) se usó sólo, en mezcla con Bta y alternado con Spinosad.

plejos de plagas de lepidópteros y disminuyen el riesgo de generar resistencias. Sigue siendo crucial para el éxito futuro que exista un sólido conocimiento de los ciclos de las distintas especies para determinar los momentos óptimos de aplicación de los distintos productos con objeto de poder garantizar una sostenibilidad en la obtención de alimentos y cultivos saludables.

Ventajas de los NPV como insecticidas naturales

- Alta eficacia contra plagas claves.
- Modo de acción único, gestión de resistencias.
- No-tóxico para fauna auxiliar y polinizadores.
- Sin residuos, plazos de seguridad nulos o reducidos.
- Resistente al lavado por lluvia o aspersión.
- Alta compatibilidad en combinación o mezclas con otros productos.

BIBLIOGRAFÍA

- Cory, J. S., Myers J. H., 2003. The Ecology and Evolution of Insect Baculoviruses. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 34: 239-72.
- Lacey, L.A., Thomson, D., Vincent, C., Arthurs, S. P., 2008. Codling moth granulovirus: a comprehensive review. *Biocontrol Science and Technology*, Vol. 18 (7): 639-663.
- Niedermann S., Cramer S., Natwick E.T., Wandeler H. 2017. Including Baculoviruses in Insect Control Strategies - Opportunities & Challenges. IOBC bulletin 2017.
- OECD 2002. Consensus Document on Information used in the Assessment of Environmental Applications involving Baculoviruses. Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology, No. 20.
- Rohrmann, G. F., 2013. Structural proteins of baculovirus occlusion bodies and virions Pgs. 25- 68 en: *Baculovirus Molecular Biology*. 3ra edición. National Center for Biotechnology Information (US), Bethesda (MD).